

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003035867
PUBLICATION DATE : 07-02-03

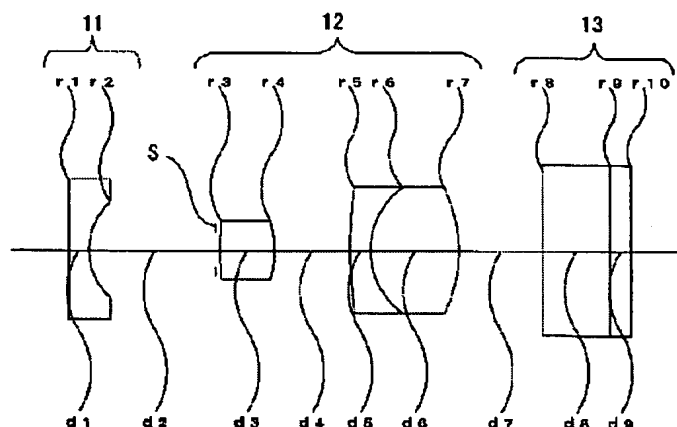
APPLICATION DATE : 14-05-02
APPLICATION NUMBER : 2002138706

APPLICANT : PENTAX CORP;

INVENTOR : MURAYAMA MINORU;

INT.CL. : G02B 15/14 A61B 1/00 G02B 13/18
G02B 23/24

TITLE : ENDOSCOPIC OBJECTIVE OPTICAL
SYSTEM



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an endoscopic objective optical system which makes a wide angle of view during ordinary observation and a higher magnification during macroobservation possible while reducing an overall length and the external diameters of lenses.

SOLUTION: The endoscopic objective optical system consists, successively from an object side, of a first lens group having negative refracting power, a second lens group having positive refracting power and an imaging element, changes the focal length over the entire part by moving the second lens group on an optical axis and satisfies the following condition equation (1). (1) $m_2T < m_2W < -1$ where, m_2T : the transversely magnification of the second lens group at a long focal length end. m_2W : the longitudinal magnification of the second lens group at the short focal length end.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-35867

(P2003-35867A)

(43) 公開日 平成15年2月7日(2003.2.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 2 B 15/14		C 0 2 B 15/14	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/00	3 0 0	A 6 1 B 1/00	3 0 0 Y 2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18		C 0 2 B 13/18	4 C 0 6 1
23/24		23/24	A

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2002-138706(P2002-138706)

(22) 出願日 平成14年5月14日(2002.5.14)

(31) 優先権主張番号 特願2001-143531(P2001-143531)

(32) 優先日 平成13年5月14日(2001.5.14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000527
ペンタックス株式会社
東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 村山 稔
東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光
学工業株式会社内

(74) 代理人 100083286
弁理士 三浦 邦夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡対物光学系

(57) 【要約】

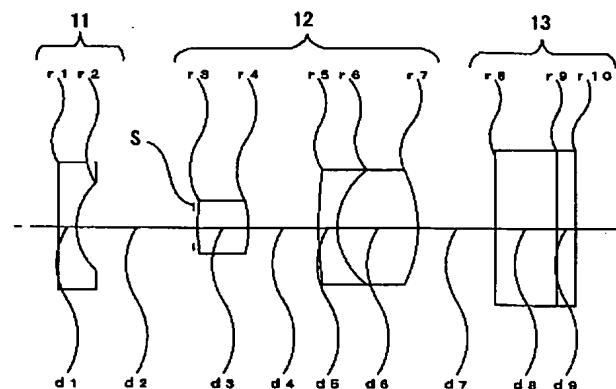
【目的】 全長、レンズ外径を小さくしたまま、通常観察時の広画角、拡大観察時の高倍率を可能とする内視鏡対物光学系を得る。

【構成】 物体側から順に、負のパワーを持つ第1レンズ群と、正のパワーを持つ第2レンズ群と、撮像素子とからなり、第2レンズ群を光軸上で移動させて全体の焦点距離を変化させると共に、次の条件式(1)を満足することを特徴とする内視鏡対物光学系。

$$(1) m_{2T} < m_{2W} < -1$$

但し、

 m_{2T} : 長焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、

 m_{2W} : 短焦点距離端における第2レンズ群の横倍率。


【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負のパワーを持つ第1レンズ群と、正のパワーを持つ第2レンズ群と、撮像素子とを有し、第2レンズ群を光軸上で移動させて全体の焦点距離を変化させる内視鏡対物光学系であって、次の条件式(1)を満足することを特徴とする内視鏡対物光学系。

$$(1) m_{2T} < m_{2W} < -1$$

但し、

m_{2T} : 長焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、

m_{2W} : 短焦点距離端における第2レンズ群の横倍率。

【請求項2】 請求項1記載の内視鏡対物光学系において、さらに次の条件式(2)を満足する内視鏡対物光学系。

$$(2) -1.15 < f_1 / f_W < -0.5$$

但し、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

f_W : 短焦点距離端における全系の焦点距離。

【請求項3】 請求項1または2記載の内視鏡対物光学系において、上記第1レンズ群は、体内挿入部の先端部に固定され、上記第2レンズ群と撮像素子は、体内挿入部内において光軸方向に可動に支持され、第2レンズ群を光軸上で移動させて全体の焦点距離を変化させると共に、撮像素子を光軸上で移動させて倍率及び合焦物体距離を変化させる内視鏡対物光学系。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1項記載の内視鏡対物光学系において、第1レンズ群は、負の単レンズからなっている内視鏡対物光学系。

【請求項5】 請求項1ないし3のいずれか1項記載の内視鏡対物光学系において、第1レンズ群は物体側から順に、負レンズ、正レンズの2枚からなり、次の条件式(3)または(4)を満足する内視鏡対物光学系。

$$(3) n_- > 1.7$$

$$(4) 3.5 < f_{1+} / f_W < 2.5$$

但し、

n_- : 第1レンズ群中の負レンズの屈折率、

f_{1+} : 第1レンズ群中の正レンズの焦点距離。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれか1項記載の内視鏡対物光学系において、第1レンズ群中に、光軸から離れるに従いその高さでのレンズの厚さが近軸の曲率半径からなる球面より厚くなる非球面を少なくとも1面有する負レンズを含んでいる内視鏡対物光学系。

【請求項7】 請求項5記載の内視鏡対物光学系において、第1レンズ群中の正レンズは、光軸から離れるに従いその高さでのレンズの厚さが近軸の曲率半径からなる球面より薄くなる非球面を少なくとも1面有する内視鏡対物光学系。

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれか1項記載の内視鏡対物光学系において、第2レンズ群中に、光軸から離れるに従いその高さでのレンズの厚さが近軸の曲率

半径からなる球面より厚くなる非球面を少なくとも1面有する正レンズを含んでいる内視鏡対物光学系。

【請求項9】 請求項1記載の内視鏡対物光学系において、さらに次の条件式(5)及び(6)を満足する内視鏡対物光学系。

$$(5) -9.2 < ODIS_w / f_W < -4.7$$

$$(6) -2.2 < ODIS_t / f_W < -0.8$$

但し、

$ODIS_w$: 短焦点距離端における物体距離、

$ODIS_t$: 長焦点距離端における物体距離、

f_W : 短焦点距離端における全系の焦点距離。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、電子内視鏡用の対物光学系に関する。

【0002】

【従来技術及びその問題点】内視鏡対物光学系において、負のパワーを持つ第1レンズ群と正のパワーを持つ第2レンズ群からなるレトロフォーカスタイプを用い、第2レンズ群を光軸上で移動させて変倍させる従来例として、特公昭55-15004号公報(特開昭51-44937号公報)、特許第2804267号(特開平1-279219号公報)などがある。前者は変倍比が小さく、また短焦点距離端での観察視野角が90°程度と狭い。また、後者も短焦点距離端の観察視野角は100°程度である。

【0003】短焦点距離端の視野角を130~140°程度の超広角まで確保した従来例として、特開平8-54561号公報、特開平11-316339号公報がある。前者は光学系の中間に一旦実像を結ばせ、リレー光学系で変倍をするためレンズ枚数が多く、全長も長い。また、後者は全体として正、負、正の3群構成で、負の第2レンズ群を移動させて変倍をしているが、広画角を得るために第1レンズ群は物体側のレンズを負レンズとしたレトロフォーカスタイプになっており、レンズ枚数が増加し、全長も長くなる。また、第2群の負レンズ群で変倍しているので広画角にすると第3レンズ群のレンズ外径が大きくなる。

【0004】

【発明の目的】本発明は、負のパワーの第1レンズ群と正のパワーの第2レンズ群を有し、第2レンズ群を光軸上で移動させることで、焦点距離を変化させる内視鏡対物光学系において、後群の横倍率を所定の範囲にすることにより、全長、レンズ外径を小さくしたまま、広視野角での観察と高倍率での拡大観察の両方を可能とする内視鏡対物光学系を得ることを目的とする。

【0005】

【発明の概要】本発明の内視鏡対物光学系は、物体側から順に、負のパワーを持つ第1レンズ群と、正のパワーを持つ第2レンズ群と、撮像素子とを有し、第2レンズ

群を光軸上で移動させて全体の焦点距離を変化させる内視鏡対物光学系であって、次の条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$(1) m_{2T} < m_{2W} < -1$$

但し、

m_{2T} : 長焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、

m_{2W} : 短焦点距離端における第2レンズ群の横倍率、である。

【0006】この内視鏡対物光学系は、さらに次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) -1.15 < f_1 / f_w < -0.5$$

但し、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離、

f_w : 短焦点距離端における全系の焦点距離、である。

【0007】本発明の内視鏡対物光学系は、より具体的な態様では、第1レンズ群は体内挿入部の先端部に固定され、第2レンズ群と撮像素子は体内挿入部内において光軸方向に可動に支持される。そして、第2レンズ群を光軸上で移動させて全体の焦点距離を変化させると共に、撮像素子を光軸上で移動させて倍率及び合焦物体距離を変化させる態様で使用される。

【0008】第1レンズ群は、負の単レンズから構成し、あるいは物体側から順に、負レンズ、正レンズの2枚から構成することができる。負、正の2枚のレンズから構成する態様では、次の条件式(3)または(4)を満足することが好ましい。

$$(3) n_- > 1.7$$

$$(4) 3.5 < f_{1+} / f_w < 25$$

但し、

n_- : 第1レンズ群中の負レンズの屈折率、

f_{1+} : 第1レンズ群中の正レンズの焦点距離、である。

【0009】さらに、本発明の内視鏡対物光学系は、次の条件式(5)または(6)を満足すると好ましい。

$$(5) -9.2 < ODIS_w / f_w < -4.7$$

$$(6) -2.2 < ODIS_t / f_w < -0.8$$

但し、

$ODIS_w$: 短焦点距離端における物体距離、

$ODIS_t$: 長焦点距離端における物体距離、

f_w : 短焦点距離端における全系の焦点距離。

【0010】第1レンズ群中には、光軸から離れるに従いその高さでのレンズの厚さが近軸の曲率半径からなる球面より厚くなる非球面を少なくとも1面有する負レンズを含ませるのが収差補正上好ましい。あるいは、第1レンズ群中に正レンズが含まれる場合、第1レンズ群中の正レンズに、光軸から離れるに従いその高さでのレンズの厚さが近軸の曲率半径からなる球面より薄くなる非球面を少なくとも1面設けてもよい。さらに、別の態様では、第2レンズ群中に、光軸から離れるに従いその高

さでのレンズの厚さが近軸の曲率半径からなる球面より厚くなる非球面を少なくとも1面有する正レンズを含ませてよい。

【0011】

【発明の実施態様】図45は、本発明による内視鏡対物光学系の一態様を示している。内視鏡体内挿入部10の先端には、負のパワーを有する第1レンズ群11が固定されており、体内挿入部10の内部には、第1レンズ群11側から順に、絞りS、正のパワーを有する第2レンズ群12と、カバーガラス(フィルタ類)13の後方に固定された撮像素子14とが位置している。この絞りSは第2レンズ群12に搭載されていて、この第2レンズ群12(絞りS)と、カバーガラス13と撮像素子14の結合体とはそれぞれ、光軸方向に可動である。具体的には、短焦点距離端Sでの物体距離OSを基準にしたとき、第2レンズ群12を物体側に移動させて焦点距離を長焦点距離側に変化させ、撮像素子14(カバーガラス13)を物体から離れる方向に移動させて物体距離OLを短縮する。

【0012】以上の第1レンズ群11と第2レンズ群12とからなるレトロフォーカス型の内視鏡対物光学系において、第2レンズ群12を光軸上で移動させて全系の焦点距離を変化させると、短焦点距離端では第1レンズ群11と第2レンズ群12の間隔が大きくなるため、第1レンズ群11の外径が固定焦点レンズ(移動群を持たない固定焦点距離の対物レンズ)に比べて大きくなりやすい。

【0013】第1レンズ群11のレンズ外径を小さくおさえつつ広画角を得るためには、第1レンズ群の負のパワーを大きくする必要がある。また、全系の倍率を保ちつつ第1レンズ群の負のパワーを大きくするには、正のパワーを有する第2レンズ群の倍率を大きくする必要がある。

【0014】条件式(1)は、広い視野角と第1レンズ群の小径化を実現するための第2レンズ群の倍率に関する条件である。条件式(1)の上限を超えると、第1レンズ群の負のパワーが小さくなるため、広視野角を得ようとすると第1レンズ群のレンズ径が大きくなってしまふ。

【0015】条件式(2)は、条件式(1)を満足した上で、広視野角を得るための第1レンズ群の焦点距離に関する好ましい条件である。条件式(2)の下限を超え、視野角を大きくすると第1レンズ群のレンズ径も大きくなってしまふ。条件式(2)の上限を超えると、短焦点距離端と長焦点距離端における軸外光線高の差が大きい第1レンズ群で発生する収差が大きくなりすぎ、それぞれの焦点域で収差を補正できなくなる。

【0016】以上のように、第1レンズ群は強い負のパワーを持つため、その収差が大きくなる。第1レンズ群は単レンズから構成することも可能であるが、短焦点距

離端と長焦点距離端で性能をバランスさせる収差補正を行うために、負レンズと正レンズで構成することが望ましい。負レンズと正レンズの2枚構成とすることで、短焦点距離端において第1レンズ群で発生する倍率色収差、像面湾曲などの収差を小さくでき、短焦点距離端から長焦点距離端に至る全変倍域で性能をよくすることができる。

【0017】条件式(3)は、第1レンズ群のレンズ径を小さく抑えるための第1レンズ群の負レンズの屈折率を規定している。

【0018】また、条件式(4)は、第1レンズ群の正レンズのパワーに関する条件である。条件式(4)の下限を超えると、第1レンズ群の負のパワーが小さくなってしまうため、第1レンズ群のレンズ外径が大きくなる。条件式(4)の上限を超えると、正レンズでの収差補正の効果が小さくなる。

【0019】強い負のパワーを有する第1レンズ群で発生する収差を補正するのに、非球面を用いるのも有効である。第1レンズ群は短焦点距離端と長焦点距離端における軸外光線高の差が大きいため、第1レンズ群の負レンズに光軸から離れるに従いその高さでのレンズの厚さが近軸の曲率半径からなる球面より厚くなる非球面を用い、または第1レンズ群の正レンズに光軸から離れるに従いその高さでのレンズの厚さが近軸の曲率半径からなる球面より薄くなる非球面を用いることにより、短焦点距離端および長焦点距離端双方でコマ収差、像面湾曲を良好に補正できる。

【0020】また、第2レンズ群に非球面を用いることにより、コマ収差、像面湾曲を良好に補正できる。特に軸外光線高の大きい最も像側の面に、光軸から離れるに従い近軸の曲率半径からなる球面よりレンズ厚が厚くなる非球面を設けることが望ましい。

【0021】条件式(5)は、ともに短焦点距離端における物体距離と全系の焦点距離との比に関する条件である。なお、物体距離とは、第1レンズ群の最も物体側の面から物体までの距離と定義する。条件式(5)の下限を下回ると、短焦点距離端での物体距離が大きくなり、広角観察時における被写界深度の近点位置が遠くなるため、拡大観察する部位を特定するのが困難になる。条件式(5)の上限を上回ると、物体距離が小さいため、遠

くの物体が見難くなる。

【0022】条件式(6)は、長焦点距離端における物体距離と短焦点距離端における全系の焦点距離との比に関する条件である。条件式(6)の下限を下回ると、拡大観察時に十分な拡大倍率が得られない。条件式(6)の上限を上回ると、物体に近接し過ぎるため、照明がうまくあたらなかったり、スコープの僅かなブレで先端部と患部が接して観察ができなくなることが生じる。

【0023】次に具体的な実施例を示す。諸収差図中、球面収差で表される色収差(軸上色収差)図及び倍率色収差図中のd線、g線、c線はそれぞれの波長に対する収差であり、SAは球面収差、SCは正弦条件、Sはサジタル、Mはメリディオナルである。また、表中のFEは実効Fナンバー、fは全系の焦点距離、ODISは物体距離(第1レンズ群の最も物体側の面から物体までの距離)、 f_B はバックフォーカス(カバーガラス13の最も像側の面から撮像素子14の撮像面までの空気間隔)、Wは半画角(°)、mは全系の横倍率、 m_{2T} は、物体距離-2.5で計算した、第2レンズ群の横倍率、 m_{2W} は、物体距離-1.0で計算した、第2レンズ群の横倍率、rは曲率半径、dはレンズ厚またはレンズ間隔、 N_d はd線の屈折率、 ν はアッペ数を示す。また、回転対称非球面は次式で定義される。

$$x = cy^2 / [1 + \{1 - (1+K)c^2y^2\}^{1/2}] + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} + A_{12}y^{12}$$

(但し、cは曲率(1/r)、yは光軸からの高さ、Kは円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、・・・は各次数の非球面係数)

【0024】[実施例1]図1ないし図4は、本発明の内視鏡対物光学系の第1実施例を示している。図1及び図3はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図2及び図4はそれぞれ、図1及び図3のレンズ構成での諸収差図を示している。表1はその数値データである。第1レンズ群11は負の単レンズからなり、第2レンズ群12は物体側から順に、正レンズと、負レンズと正レンズの接合レンズとからなっている。

【0025】

【表1】

$$FE = 5.8 - 7.5$$

$$f = 1.28 - 1.89$$

$$ODIS_{\omega} = -10$$

$$ODIS_t = -2.5$$

$$f_B = 0.05 - 0.05$$

$$W = 70.1 - 36.3$$

$$m = -0.12 - -0.66$$

$$m_{2T} = -2.02$$

$$m_{2W} = -1.06$$

$$\text{面 No.}$$

$$r$$

$$d$$

$$N_d$$

$$\nu$$

1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.138	1.92 - 1.18	-	-
絞り	∞	0.06	-	-
3	5.481	0.80	1.83481	42.7
4	-2.310	1.13	-	-
5	9.115	0.30	1.84666	23.8
6	1.338	1.31	1.58913	61.2
7	-2.479	1.26 - 3.42	-	-
8	∞	1.00	1.51633	64.1
9	∞	0.30	1.53113	62.4
10	∞	0.05 - 0.05	-	-

【0026】[実施例2] 図5ないし図8は、本発明の内視鏡対物光学系の第2実施例を示している。図5及び図7はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図6及び図8はそれぞれ図5及び図7のレンズ構成での諸収差図を示している。表2は

FE= 5.8 - 6.8
 $f = 1.33 - 1.85$
 $ODIS_w = -10$
 $ODIS_t = -2.5$
 $f_B = 0.05 - 0.05$
 $W = 70.3 - 40.0$
 $m = -0.13 - -0.66$
 $m_{2T} = -1.93$
 $m_{2W} = -1.05$

面 No.	r	d	N_d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.215	1.19 - 0.60	-	-
絞り	∞	0.08	-	-
3	-6.494	1.48	1.86300	41.5
4	-1.595	1.22	-	-
5	7.393	0.30	1.92286	18.9
6	1.698	1.26	1.68250	44.7
7	-3.935	1.47 - 3.29	-	-
8	∞	1.00	1.51633	64.1
9	∞	0.30	1.53113	62.4
10	∞	0.05 - 0.05	-	-

【0028】[実施例3] 図9ないし図12は、本発明の内視鏡対物光学系の第3実施例を示している。図9及び図11はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図10及び図12はそれぞれ図9及び図11のレンズ構成での諸収差図を示してい

FE= 5.8 - 7.3
 $f = 1.29 - 1.88$
 $ODIS_w = -10$
 $ODIS_t = -2.5$
 $f_B = 0.05 - 0.05$
 $W = 70.2 - 36.6$
 $m = -0.12 - -0.66$
 $m_{2T} = -2.13$

その数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。

【0027】

【表2】

る。表3はその数値データである。基本的なレンズ構成は、第1レンズ群11が物体側から順に、負レンズと正レンズからなる点を除き、実施例1と同様である。

【0029】

【表3】

$$m_{2W} = -1.14$$

面 No.	r	d	N_d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.098	0.35	-	-
3	3.000	0.53	1.84666	23.8
4	3.177	1.01 - 0.40	-	-
絞り	∞	0.06	-	-
5	6.189	1.20	1.88300	40.8
6	-1.954	0.96	-	-
7	47.880	0.30	1.84666	23.8
8	1.466	1.23	1.58913	61.2
9	-2.365	1.22 - 3.28	-	-
10	∞	1.00	1.51633	64.1
11	∞	0.30	1.53113	62.4
12	∞	0.05 - 0.05	-	-

【0030】[実施例4] 図13ないし図16は、本発明の内視鏡対物光学系の第4実施例を示している。図13及び図15はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図14及び図16はそれぞれ図13及び図15のレンズ構成での諸収差図を示

している。表4はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例3と同様である。

【0031】

【表4】

$$\begin{aligned} FE &= 5.7 - 7.3 \\ f &= 1.30 - 1.89 \\ ODIS_w &= -10 \\ ODIS_t &= -2.5 \\ f_B &= 0.05 - 0.05 \\ W &= 70.3 - 36.3 \\ m &= -0.12 - -0.66 \\ m_{2T} &= -2.12 \\ m_{2W} &= -1.12 \end{aligned}$$

面 No.	r	d	N_d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.138	0.38	-	-
3	2.586	0.54	1.84666	23.8
4	2.632	1.02 - 0.40	-	-
絞り	∞	0.06	-	-
5	7.835	1.13	1.88300	40.8
6	-1.920	1.03	-	-
7	15.798	0.30	1.84666	23.8
8	1.465	1.24	1.58913	61.2
9	-2.543	1.16 - 3.23	-	-
10	∞	1.00	1.51633	64.1
11	∞	0.30	1.53113	62.4
12	∞	0.05 - 0.05	-	-

【0032】[実施例5] 図17ないし図20は、本発明の内視鏡対物光学系の第5実施例を示している。図17及び図19はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図18及び図20はそれぞれ図17及び図19のレンズ構成での諸収差図を示

している。表5はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。

【0033】

【表5】

$$\begin{aligned} FE &= 5.8 - 7.3 \\ f &= 1.40 - 1.90 \end{aligned}$$

$$\text{ODIS}_w = -10$$

$$\text{ODIS}_t = -2.5$$

$$f_B = 0.05 - 0.05$$

$$W = 59.9 - 35.9$$

$$m = -0.13 - -0.66$$

$$m_{2T} = -1.87$$

$$m_{2W} = -1.04$$

面 No.	r	d	N_d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.286	1.82 - 1.20	-	-
絞り	∞	0.20	-	-
3	5.437	0.92	1.83481	42.7
4	-2.407	1.01	-	-
5	9.163	0.30	1.84666	23.8
6	1.335	1.29	1.58913	61.2
7	-2.782	1.44 - 3.29	-	-
8	∞	1.00	1.51633	64.1
9	∞	0.30	1.53113	62.4
10	∞	0.05 - 0.05	-	-

【0034】[実施例6] 図21ないし図24は、本発明の内視鏡対物光学系の第6実施例を示している。図21及び図23はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図22及び図24はそれぞれ図21及び図23のレンズ構成での諸収差図を示

している。表6はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。

【0035】

【表6】

$$FE = 5.8 - 6.7$$

$$f = 1.64 - 1.88$$

$$\text{ODIS}_w = -10$$

$$\text{ODIS}_t = -2.5$$

$$f_B = 0.05 - 0.05$$

$$W = 50.2 - 37.8$$

$$m = -0.16 - -0.66$$

$$m_{2T} = -1.65$$

$$m_{2W} = -1.04$$

面 No.	r	d	N_d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.573	1.15 - 0.86	-	-
絞り	∞	0.08	-	-
3	-19.479	1.58	1.80400	46.6
4	-1.732	0.91	-	-
5	7.086	0.30	1.84666	23.8
6	1.543	1.20	1.64000	60.1
7	-4.449	1.77 - 3.04	-	-
8	∞	1.00	1.51633	64.1
9	∞	0.30	1.53113	62.4
10	∞	0.05 - 0.05	-	-

【0036】[実施例7] 図25ないし図28は、本発明の内視鏡対物光学系の第7実施例を示している。図25及び図27はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図26及び図28はそれぞれ図25及び図27のレンズ構成での諸収差図を示

している。表7はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。

【0037】

【表7】

FE=5.7 - 7.2
 f= 1.33 - 1.92
 ODIS_w = -10
 ODIS_t = -2.5
 f_B=0.05 - 0.05
 W=70.3 - 36.6
 m=-0.12 - -0.66
 m_{2T} = -1.91
 m_{2W} = -1.02

面 No.	r	d	N _d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2*	1.245	1.98 - 1.23	-	-
絞り	∞	0.06	-	-
3	6.264	0.80	1.83481	42.7
4	-2.184	1.16	-	-
5	22.120	0.30	1.84666	23.8
6	1.402	1.34	1.58913	61.2
7	-2.249	1.24 - 3.31	-	-
8	∞	1.00	1.51633	64.1
9	∞	0.30	1.53113	62.4
10	∞	0.05 - 0.05	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4	A6	A8
2	0.00	0.83199×10^{-1}	-0.99859×10^{-1}	0.86320×10^{-1}

【0038】[実施例8] 図29ないし図32は、本発明の内視鏡対物光学系の第8実施例を示している。図29及び図31はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図30及び図32はそれぞれ図29及び図31のレンズ構成での諸収差図を示

している。表8はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例1と同様である。

【0039】

【表8】

FE= 5.7 - 7.3
 f= 1.28 - 1.87
 ODIS_w = -10
 ODIS_t = -2.5
 f_B=0.05 - 0.05
 W=70.2 - 36.7
 m=-0.12 - -0.66
 m_{2T} = -1.99
 m_{2W} = -1.04

面 No.	r	d	N _d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.161	1.73 - 1.03	-	-
絞り	∞	0.05	-	-
3	8.391	1.07	1.88300	40.8
4	-1.967	0.97	-	-
5	23.147	0.35	1.84666	23.8
6	1.246	1.62	1.66910	55.4
7*	-3.136	1.01 - 3.05	-	-
8	∞	1.00	1.51633	64.1
9	∞	0.30	1.53113	62.4

10 ∞ 0.05 - 0.05

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4	A6	A8
7	0.00	0.76338×10^{-2}	-0.29502×10^{-2}	-

【0040】【実施例9】図33ないし図36は、本発明の内視鏡対物光学系の第9実施例を示している。図33及び図35はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図34及び図36はそれぞれ図33及び図35のレンズ構成での諸収差図を示

している。表9はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例3と同様である。

【0041】

【表9】

FE= 5.7 - 7.3

f= 1.30 - 1.89

ODIS_w = -10

ODIS_t = -2.5

f_B=0.05 - 0.05

W=70.2 - 36.4

m=-0.12 - -0.66

m_{2T} = -1.97

m_{2W} = -1.02

面 No.	r	d	Nd	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.126	0.34	-	-
3*	2.637	0.69	1.84666	23.8
4	3.434	1.10 - 0.40	-	-
絞り	∞	0.06	-	-
5	13.910	1.08	1.88300	40.8
6	-1.922	0.94	-	-
7	17.193	0.30	1.84666	23.8
8	1.558	1.21	1.58913	61.2
9	-2.494	1.34 - 3.33	-	-
10	∞	1.00	1.51633	64.1
11	∞	0.30	1.53113	62.4
12	∞	0.05 - 0.05	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4	A6	A8
3	0.00	-0.94371×10^{-2}	0.38983×10^{-1}	-0.62641×10^{-2}

【0042】【実施例10】図37ないし図40は、本発明の内視鏡対物光学系の第10実施例を示している。図37及び図39はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図38及び図40はそれぞれ図37及び図39のレンズ構成での諸収差図

を示している。表10はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例3と同様である。

【0043】

【表10】

FE= 5.7 - 7.2

f= 1.33 - 1.88

ODIS_w = -10

ODIS_t = -2.5

f_B=0.05 - 0.05

W=70.3 - 38.2

m=-0.12 - -0.66

m_{2T} = -1.94

$$m_{2W} = -1.02$$

面 No.	r	d	N_d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.091	0.34	-	-
3	1.751	0.57	1.84666	23.8
4*	2.192	1.03 - 0.40	-	-
絞り	∞	0.06	-	-
5	13.767	1.33	1.88300	40.8
6	-1.917	0.57	-	-
7	20.953	0.45	1.84666	23.8
8	1.609	1.15	1.58913	61.2
9	-2.573	1.60 - 3.46	-	-
10	∞	1.00	1.51633	64.1
11	∞	0.30	1.53113	62.4
12	∞	0.05 - 0.05	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4	A6	A8
4	0.00	-0.24204×10^{-2}	-0.11663×10^{-1}	0.71918×10^{-1}

【0044】[実施例11] 図41ないし図44は、本発明の内視鏡対物光学系の第11実施例を示している。図41及び図43はそれぞれ、短焦点距離端及び長焦点距離端におけるレンズ構成図を示し、図42及び図44はそれぞれ図41及び図43のレンズ構成での諸収差図

を示している。表11はその数値データである。基本的なレンズ構成は実施例3と同様である。

【0045】

【表11】

$$FE = 5.7 - 7.2$$

$$f = 1.30 - 1.88$$

$$ODIS_w = -10$$

$$ODIS_t = -2.5$$

$$f_B = 0.05 - 0.05$$

$$W = 70.4 - 36.2$$

$$m = -0.12 - -0.66$$

$$m_{2T} = -1.96$$

$$m_{2W} = -1.02$$

面 No.	r	d	N_d	ν
1	∞	0.30	1.88300	40.8
2	1.128	0.35	-	-
3	2.840	0.47	1.84666	23.8
4	3.600	1.09 - 0.40	-	-
絞り	∞	0.06	-	-
5	7.514	1.00	1.88300	40.8
6	-1.859	0.80	-	-
7	-80.422	0.40	1.84666	23.8
8	1.403	1.69	1.66910	55.4
9*	-2.782	0.93 - 2.90	-	-
10	∞	1.00	1.51633	64.1
11	∞	0.30	1.53113	62.4
12	∞	0.05 - 0.05	-	-

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面No.	K	A4	A6	A8
------	---	----	----	----

9 0.00 0.10542×10^{-1} -0.18897×10^{-2}

【0046】各実施例の各条件式に対する値を表12に示す。

【表12】

	条件式(1)		条件式(2)	条件式(3)	条件式(4)
	m_{2T}	m_{2W}			
実施例1	-2.02	-1.06	-1.01	-	-
実施例2	-1.93	-1.05	-1.03	-	-
実施例3	-2.13	-1.14	-0.94	1.88300	20.70
実施例4	-2.12	-1.12	-0.96	1.88300	21.10
実施例5	-1.87	-1.04	-1.04	-	-
実施例6	-1.65	-1.04	-1.09	-	-
実施例7	-1.91	-1.02	-1.06	-	-
実施例8	-1.99	-1.04	-1.03	-	-
実施例9	-1.97	-1.02	-1.06	1.88300	7.38
実施例10	-1.94	-1.02	-1.06	1.88300	4.87
実施例11	-1.96	-1.02	-1.06	1.88300	9.51

	条件式(5)	条件式(6)
実施例1	-7.81	-1.95
実施例2	-7.52	-1.88
実施例3	-7.75	-1.94
実施例4	-7.69	-1.92
実施例5	-7.14	-1.79
実施例6	-6.10	-1.52
実施例7	-7.52	-1.88
実施例8	-7.81	-1.95
実施例9	-7.69	-1.92
実施例10	-7.52	-1.88
実施例11	-7.69	-1.92

各実施例は各条件式を満足しており、諸収差も比較よく補正されている。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、全長、レンズ外径を小さくしたまま、通常観察時の広面角、拡大観察時の高倍率を可能とする内視鏡対物光学系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による内視鏡対物光学系の第1実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図2】図1のレンズ構成の諸収差図である。

【図3】本発明による内視鏡対物光学系の第1実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図4】図3のレンズ構成の諸収差図である。

【図5】本発明による内視鏡対物光学系の第2実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図6】図5のレンズ構成の諸収差図である。

【図7】本発明による内視鏡対物光学系の第2実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図8】図7のレンズ構成の諸収差図である。

【図9】本発明による内視鏡対物光学系の第3実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図10】図9のレンズ構成の諸収差図である。

【図11】本発明による内視鏡対物光学系の第3実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図12】図11のレンズ構成の諸収差図である。

【図13】本発明による内視鏡対物光学系の第4実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図14】図13のレンズ構成の諸収差図である。

【図15】本発明による内視鏡対物光学系の第4実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図16】図15のレンズ構成の諸収差図である。

【図17】本発明による内視鏡対物光学系の第5実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図18】図17のレンズ構成の諸収差図である。

【図19】本発明による内視鏡対物光学系の第5実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図20】図19のレンズ構成の諸収差図である。

【図21】本発明による内視鏡対物光学系の第6実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図22】図21のレンズ構成の諸収差図である。

【図23】本発明による内視鏡対物光学系の第6実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図24】図23のレンズ構成の諸収差図である。

【図25】本発明による内視鏡対物光学系の第7実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図26】図25のレンズ構成の諸収差図である。

【図27】本発明による内視鏡対物光学系の第7実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図28】図27のレンズ構成の諸収差図である。

【図29】本発明による内視鏡対物光学系の第8実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図30】図29のレンズ構成の諸収差図である。

【図31】本発明による内視鏡対物光学系の第8実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図32】図31のレンズ構成の諸収差図である。

【図33】本発明による内視鏡対物光学系の第9実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図34】図33のレンズ構成の諸収差図である。

【図35】本発明による内視鏡対物光学系の第9実施例

の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図36】図35のレンズ構成の諸収差図である。

【図37】本発明による内視鏡対物光学系の第10実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図38】図37のレンズ構成の諸収差図である。

【図39】本発明による内視鏡対物光学系の第10実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

【図40】図39のレンズ構成の諸収差図である。

【図41】本発明による内視鏡対物光学系の第11実施例の短焦点距離端におけるレンズ構成図である。

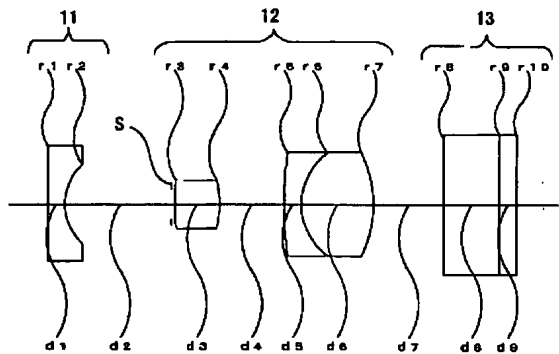
【図42】図41のレンズ構成の諸収差図である。

【図43】本発明による内視鏡対物光学系の第11実施例の長焦点距離端におけるレンズ構成図である。

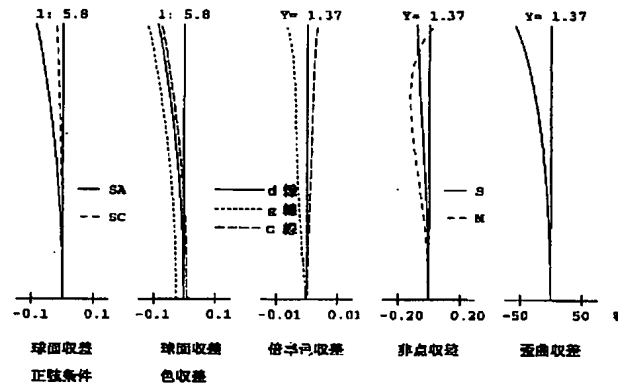
【図44】図34のレンズ構成の諸収差図である。

【図45】本発明による内視鏡対物光学系の内視鏡先端部への搭載模式図及び簡易移動図である。

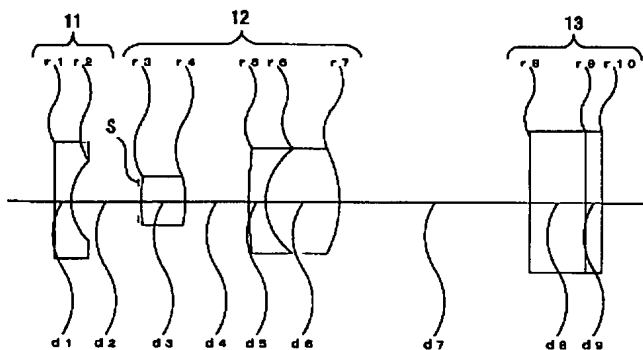
【図1】



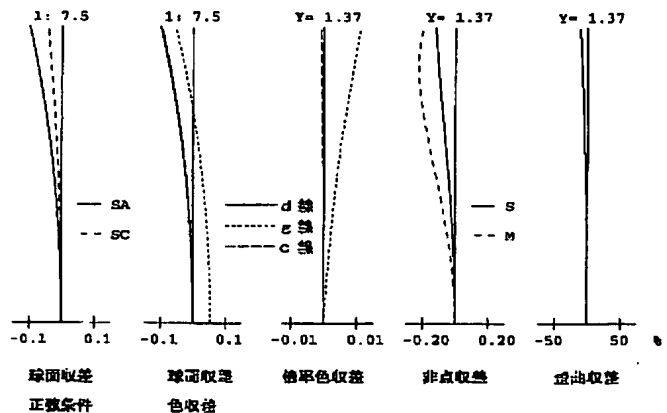
【図2】



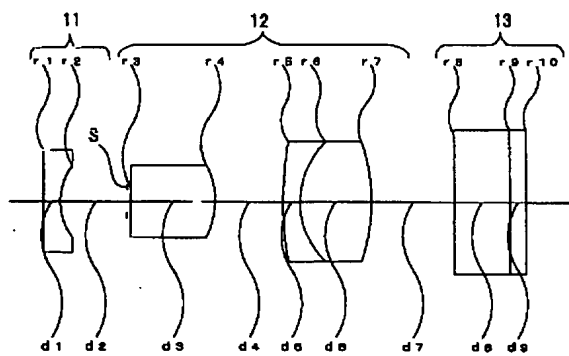
【図3】



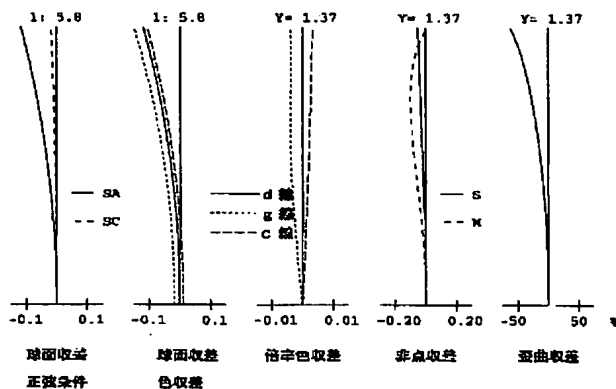
【図4】



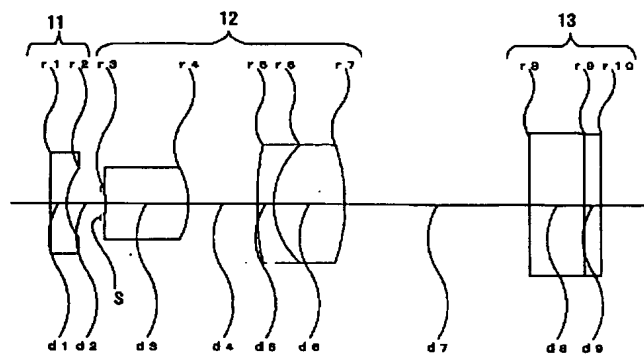
【図5】



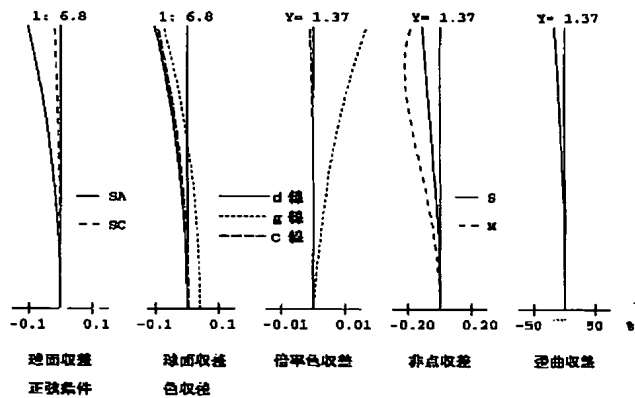
【図6】



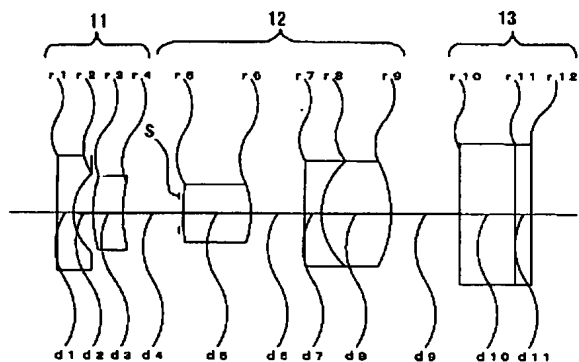
【図7】



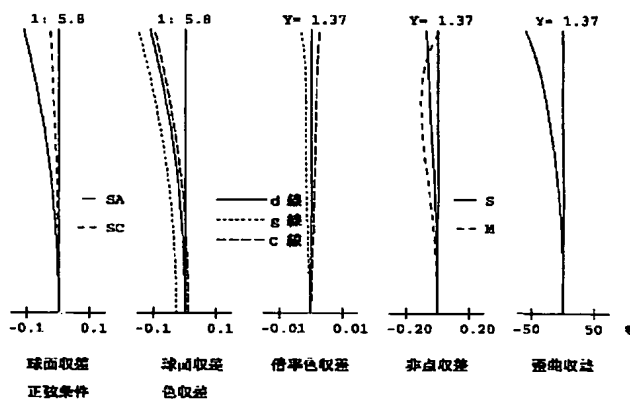
【図8】



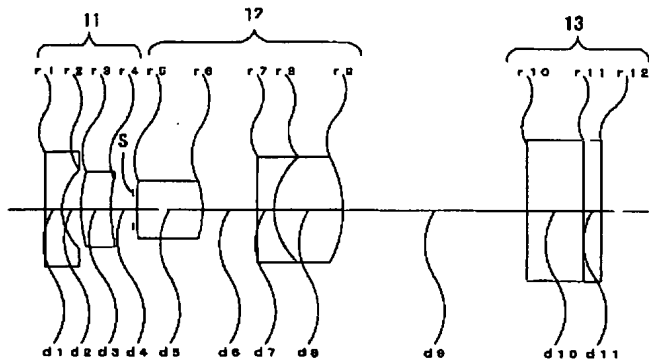
【図9】



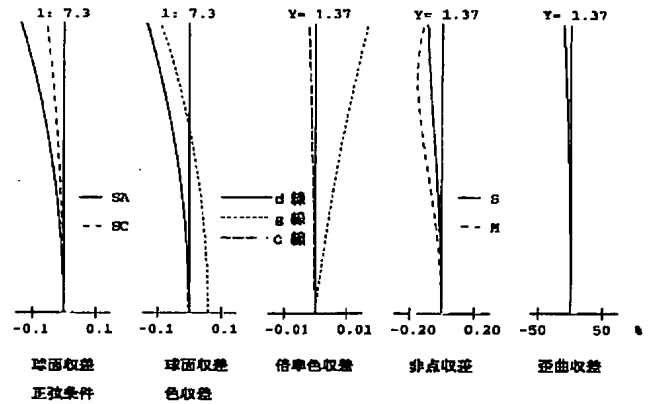
【図10】



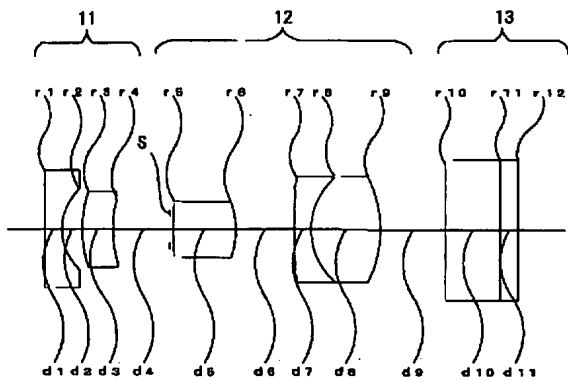
【図11】



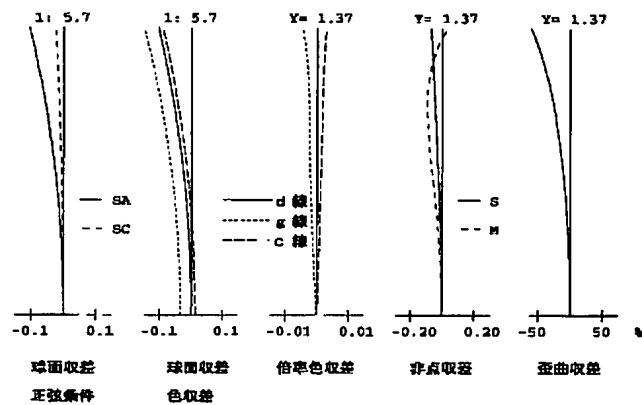
【図12】



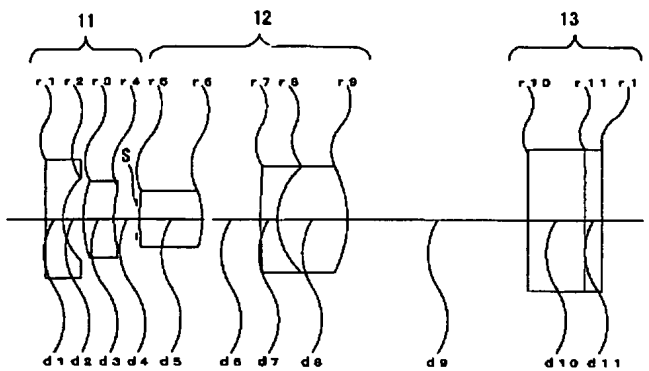
【図13】



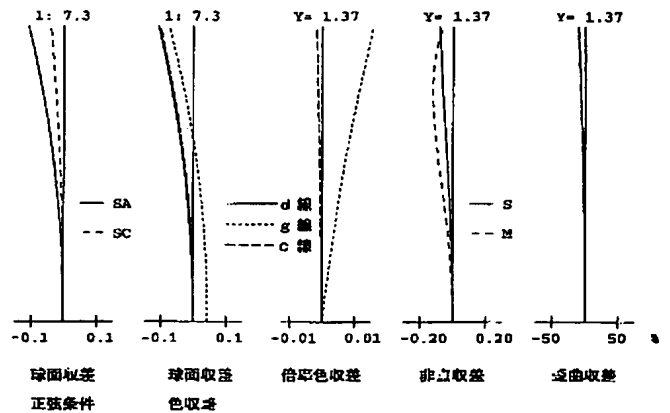
【図14】



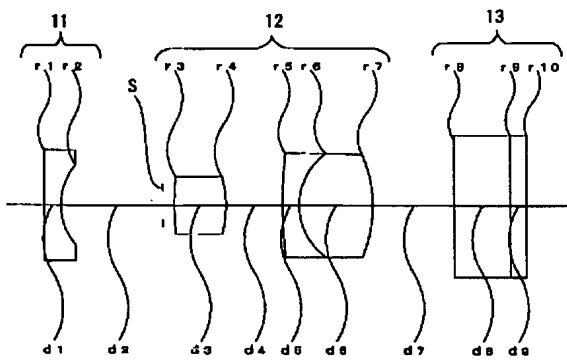
【図15】



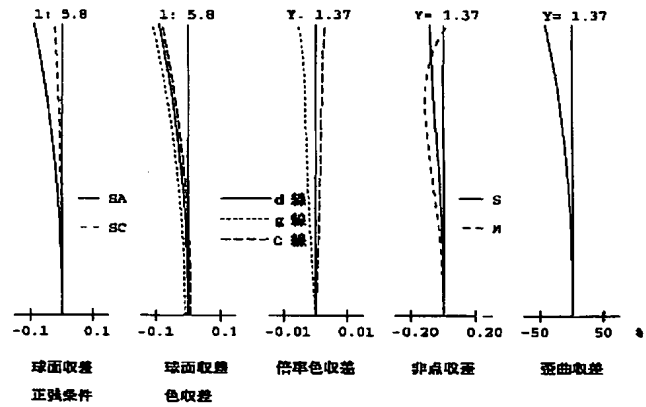
【図16】



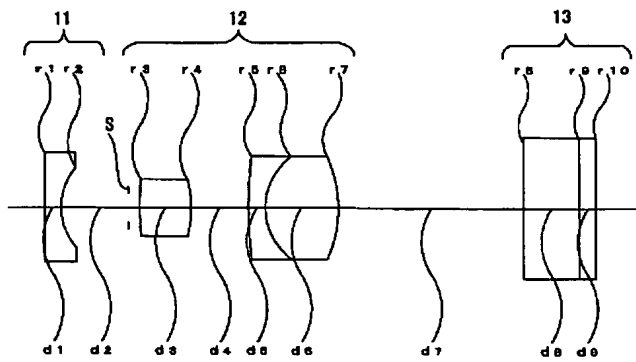
【図17】



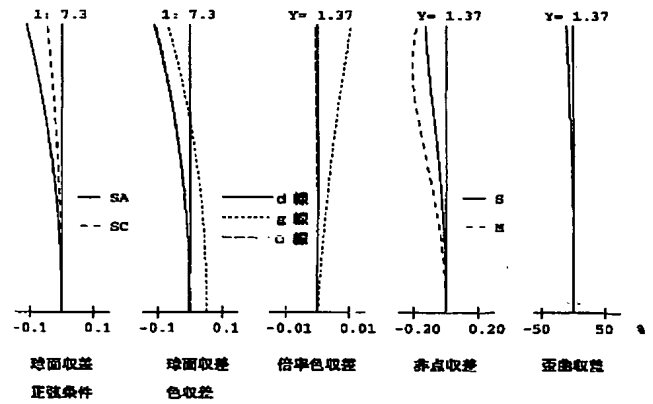
【図18】



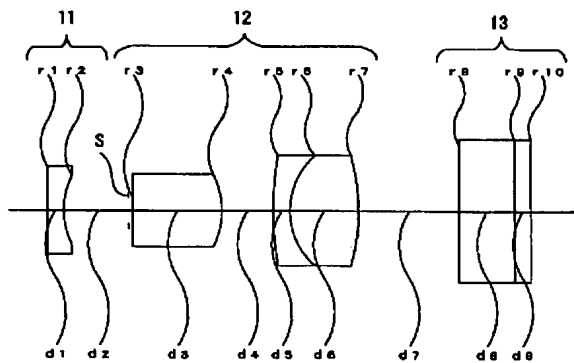
【図19】



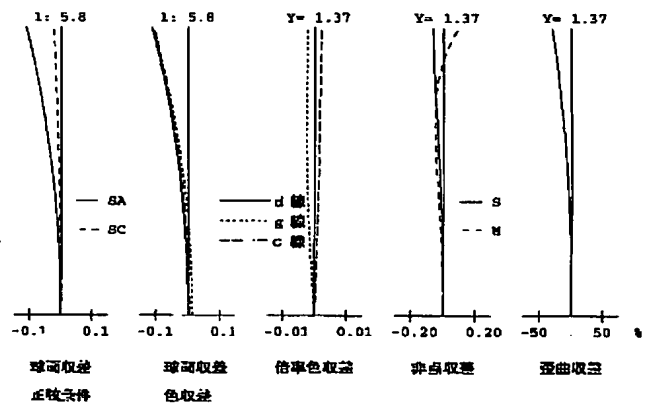
【図20】



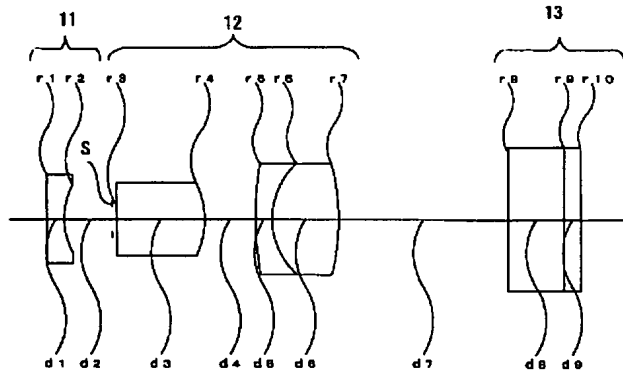
【図21】



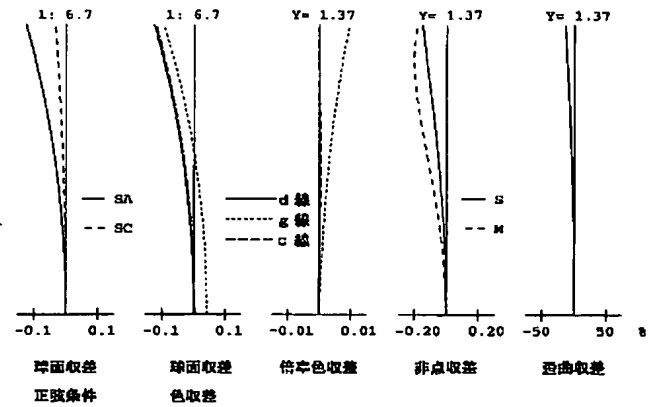
【図22】



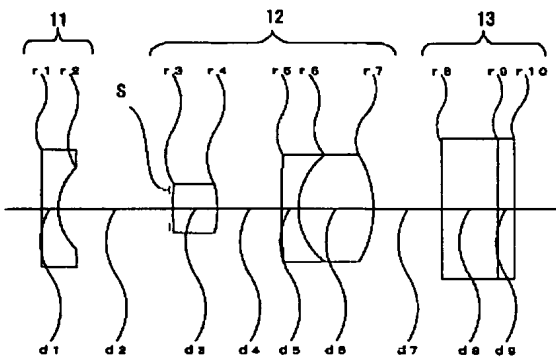
【図23】



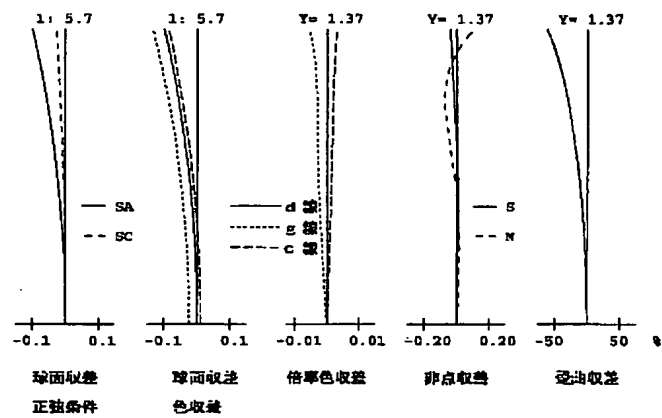
【図24】



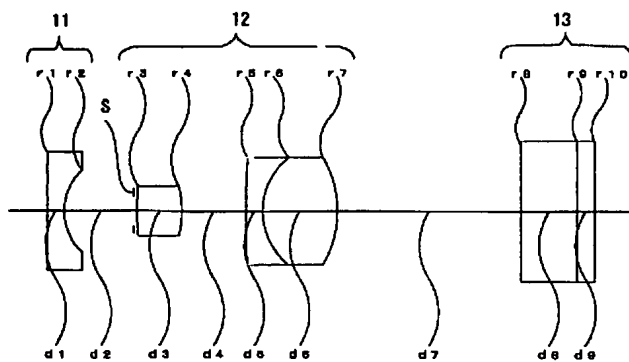
【図25】



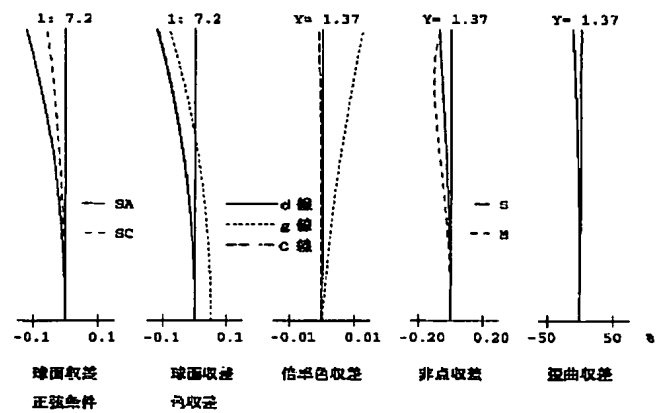
【図26】



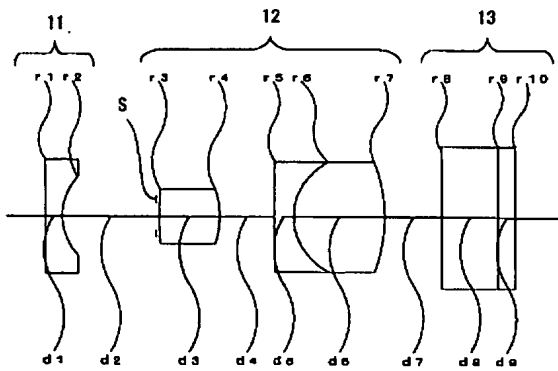
【図27】



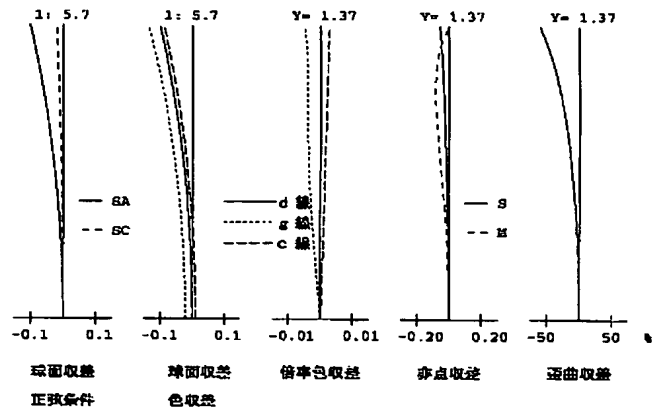
【図28】



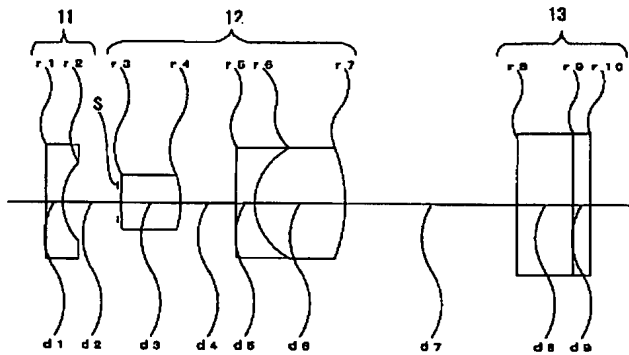
【図29】



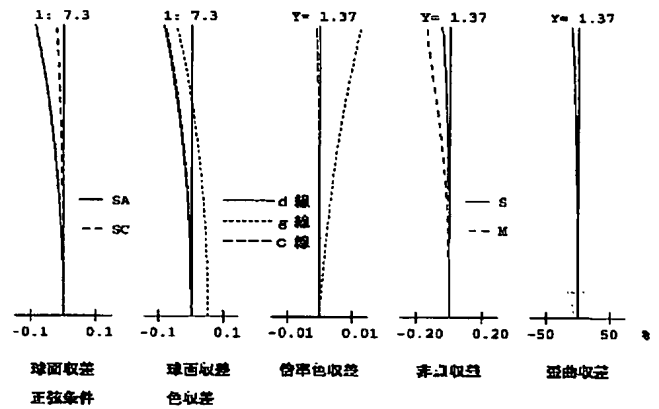
【図30】



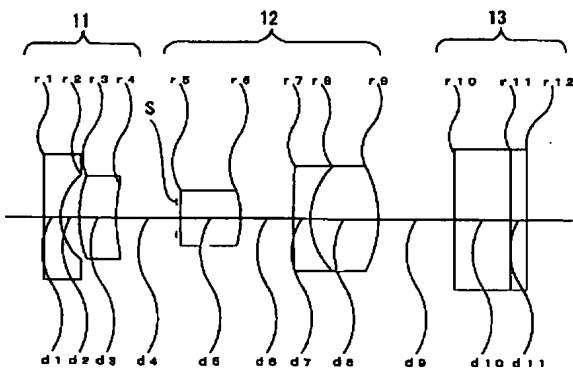
【図31】



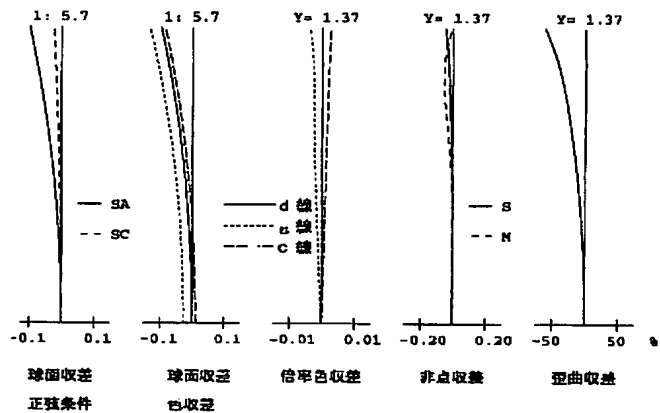
【図32】



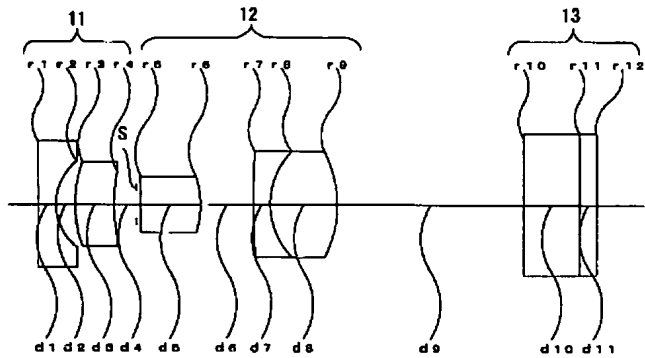
【図33】



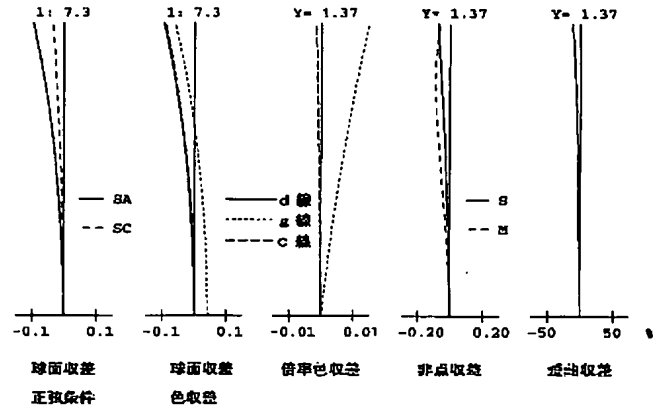
【図34】



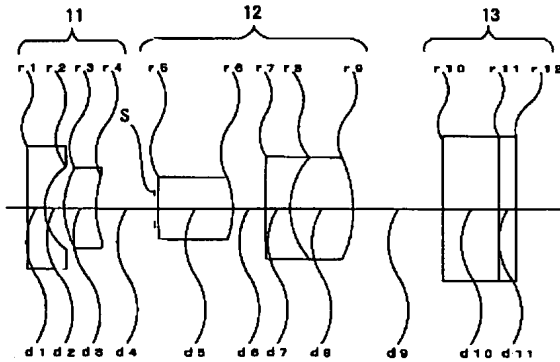
【図35】



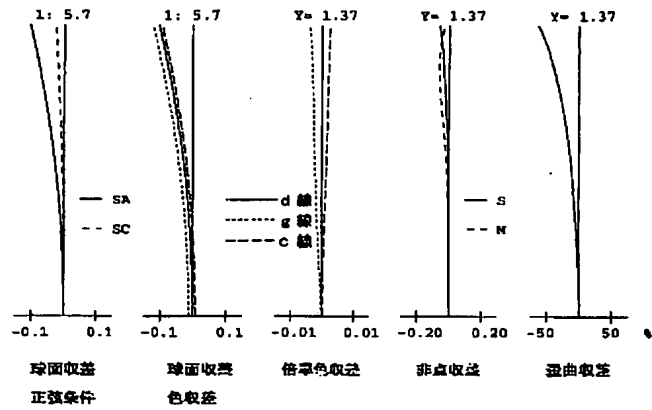
【図36】



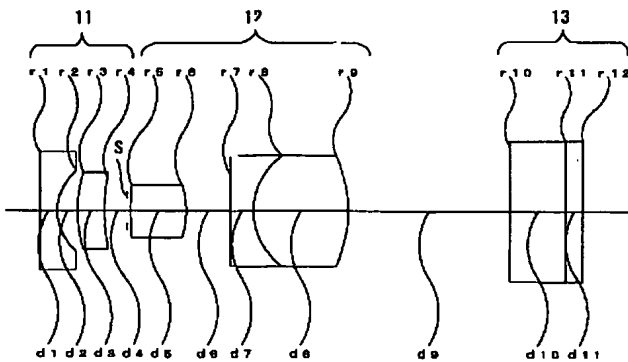
【図37】



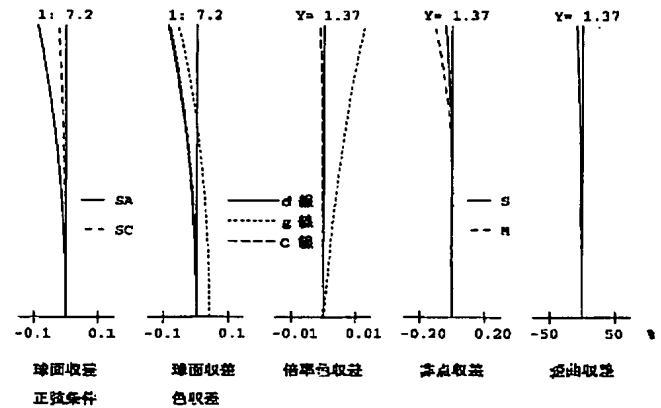
【図38】



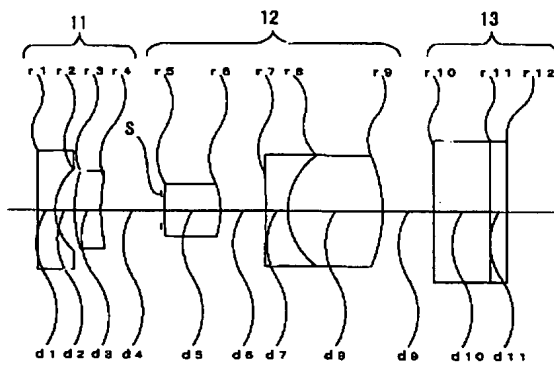
【図39】



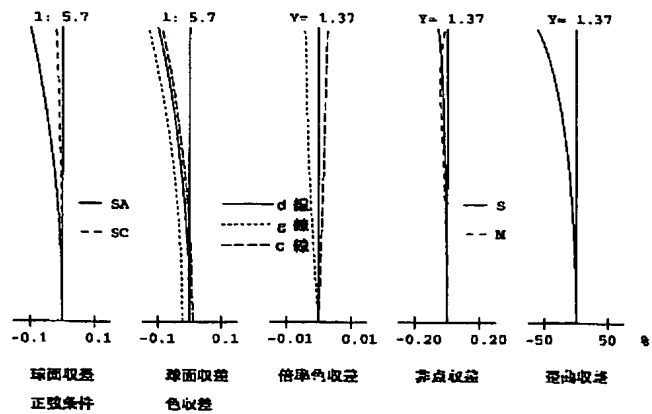
【図40】



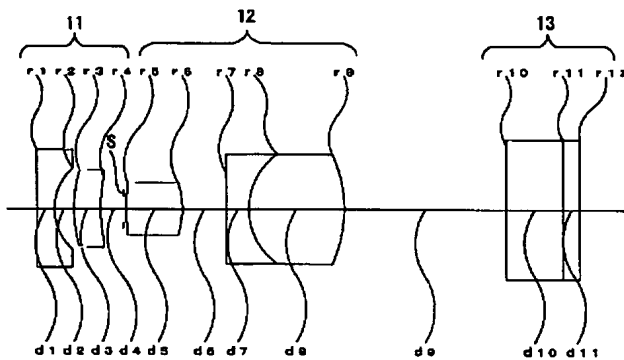
【図41】



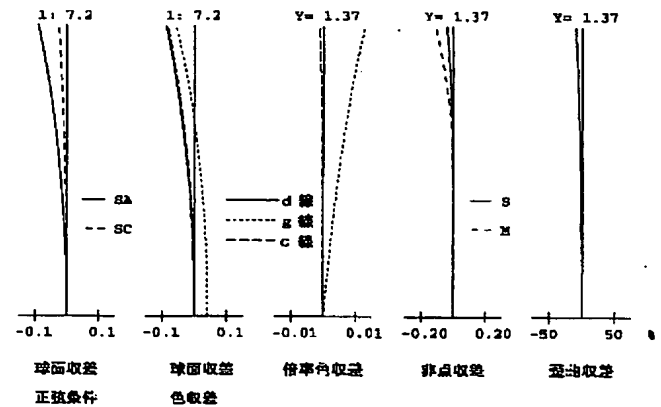
【図42】



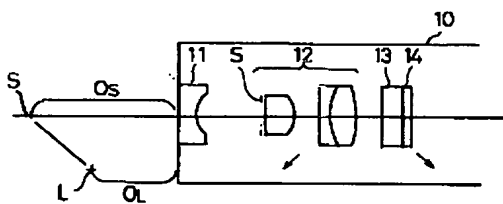
【図43】



【図44】



【図45】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H040 BA02 BA03 BA05 GA02
 2H087 KA10 MA00 PA03 PA04 PA18
 PB04 PB05 QA07 QA18 QA21
 QA25 QA26 QA34 QA42 QA45
 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42
 SA07 SA09 SA63 SA72 SB02
 SB03 SB14
 4C061 FF40 NN01 PP13